

Ф.А. Давлетов¹,
К.П. Гайнуллина^{2, 3} ✉

¹ Башкирский научно-исследовательский институт сельского хозяйства — обособленное структурное подразделение Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук, Уфа, Россия

² Институт биохимии и генетики — обособленное структурное подразделение Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук, Уфа, Россия

³ Опытная станция «Уфимская» — обособленное структурное подразделение Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук, с. Чернотесовский, Уфимский район, Республика Башкортостан, Россия

✉ karina28021985@yandex.ru

Поступила в редакцию:
27.12.2022

Одобрена после рецензирования:
15.02.2023

Принята к публикации:
18.04.2023

Firzinat A. Davletov¹,
Karina P. Gainullina^{2, 3} ✉

¹ Bashkir Research Institute of Agriculture — Subdivision of the Ufa Federal Research Centre of the Russian Academy of Sciences, Ufa, Russia

² Institute of Biochemistry and Genetics — Subdivision of the Ufa Federal Research Centre of the Russian Academy of Sciences, Ufa, Russia

³ Experimental Station «Ufimskaya» — Subdivision of the Ufa Federal Research Centre of the Russian Academy of Sciences, Chernolesovskiy vil., Ufimskiy district, Republic of Bashkortostan, Russia

✉ karina28021985@yandex.ru

Received by the editorial office:
27.12.2022

Accepted in revised:
15.02.2023

Accepted for publication:
18.04.2023

Влияние норм высева семян на урожайность зерна гороха в условиях Предуральской степи Республики Башкортостан

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Основным источником растительного протеина в мире являются зернобобовые культуры, среди которых в России наиболее распространен горох посевной. Среди агротехнических приемов важную роль в формировании урожайности данной культуры и получении высоких и стабильных урожаев зерна играет норма высева семян. Цель работы — изучение влияния различных норм высевания семян на урожайность сортов гороха в Республике Башкортостан. Опыты проводились в условиях Предуральской степной подзоны в 2017–2020 гг. Материалом для исследования послужили сорта гороха Чишминский 95, Чишминский 229, Памяти Хангильдина, Памяти Попова.

Методы. Посевные качества семян определяли в соответствии с ГОСТ 12038-84, ГОСТ 10968-88, ГОСТ 12042-80, ГОСТ 12036-85. Полевые оценки, фенологические наблюдения проводили по методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур.

Результаты. В наших опытах разные условия влагообеспеченности, освещенности и питания растений гороха, обусловленные различными нормами высевания семян, оказали значительное влияние на величину урожая зерна у изученных сортов. Увеличение числа сохранившихся к уборке растений, которое зависит от их выживаемости и числа всходов, сопровождалось повышением урожайности. Установлено, что при ранних сроках посева с нормой высевания 1,2 млн шт. всхожих семян на 1 га сорта гороха Чишминский 95, Чишминский 229, Памяти Хангильдина и Памяти Попова формируют наиболее высокие и стабильные урожаи зерна. При уменьшении нормы высевания увеличивается засоренность посевов, а при повышении — растения гороха испытывают недостаток влаги и элементов питания, что приводит к снижению урожайности на 0,4–1,0 ц/га.

Ключевые слова: горох, норма высевания, полевая всхожесть, густота стояния, урожайность

Для цитирования: Давлетов Ф.А., Гайнуллина К.П. Влияние норм высевания семян на урожайность зерна гороха в условиях Предуральской степи Республики Башкортостан. *Аграрная наука*. 2023; 370(5): 72–77. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-370-5-72-77>

© Давлетов Ф.А., Гайнуллина К.П.

The influence of seeding rates on the yield of pea grain in the conditions of the Pre-Ural steppe of the Republic of Bashkortostan

ABSTRACT

Relevance. Leguminous crops are the main source of vegetable protein in the world, among which pea is the most common in Russia. Among agrotechnical practices, the seeding rate plays an important role in forming the yield of this crop and obtaining high and stable grain yields. The purpose of the work is to study the influence of various seed sowing rates on the yield of pea varieties in the Republic of Bashkortostan. The experiments were carried out in the conditions of the Pre-Ural steppe subzone in 2017–2020. Pea varieties Chishminskiy 95, Chishminskiy 229, Pamyati Khangil'dina, Pamyati Popova served as the material for the study.

Methods. Sowing qualities of seeds were determined in accordance with GOST 12038-84, GOST 10968-88, GOST 12042-80, GOST 12036-85. Field assessments, phenological observations were carried out according to the methodology of the State cultivar testing of agricultural crops.

Results. In our experiments, different conditions of moisture supply, illumination and nutrition of pea plants, due to different seeding rates, had a significant impact on the grain yield in the studied varieties. The increase in the number of plants preserved for harvesting, which depends on their survival and the number of seedlings, was accompanied by an increase in yield. It has been established that pea varieties Chishminskiy 95, Chishminskiy 229, Pamyati Khangil'dina and Pamyati Popova form the highest and most stable grain yields at early sowing dates with a seeding rate of 1.2 million pieces of germinating seeds per 1 ha. With a decrease in the seeding rate, the weediness of crops increases, and with an increase in the seeding rate, pea plants experience a lack of moisture and nutrients, which leads to a decrease in yield by 0.4–1.0 c/ha.

Key words: pea, seeding rate, field germination, plant population, yielding

For citation: Davletov F.A., Gainullina K.P. Influence of seeding rates on the yield of pea grain in the conditions of the Pre-Ural steppe of the Republic of Bashkortostan. *Agrarian science*. 2023; 370(5): 72–77. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-370-5-72-77> (In Russian).

© Davletov F.A., Gainullina K.P.

Введение / Introduction

В последние годы многие страны мира пытаются увеличить ресурсы пищевого и кормового белка путем расширения производства зернобобовых культур [1, 2]. В России и Республике Башкортостан среди этих культур наибольшее распространение получил горох [3, 4]. Однако несмотря на высокую хозяйственную ценность гороха, объемы его производства растут очень медленно, что связано с нестабильной урожайностью и недостаточной разработанностью технологии возделывания [5].

На формирование урожайности гороха большое влияние оказывает обеспеченность растений минеральными веществами, теплом и влагой. Данные параметры зависят как от почвенно-климатических условий зоны возделывания, так и от сроков посева и норм высева [6, 7]. Посев гороха в благоприятные сроки дает возможность растениям наиболее эффективно использовать запасы почвенной влаги. Благодаря правильно подобранной норме высева создается оптимальная площадь питания растений, что позволяет им максимально реализовать свой генетический потенциал продуктивности [8, 9]. При этом как увеличение нормы высева, так и их уменьшение может привести к снижению урожайности гороха, поскольку в загущенных посевах растения испытывают дефицит света, влаги и минерального питания, а в изреженных угнетаются из-за застоя сорняками [10].

В агротехнике гороха ряд проблем всё еще остается нерешенным. Так, с повышением культуры земледелия и внесением в Государственный реестр селекционных достижений новых сортов возникает необходимость уточнения норм высева семян и сроков посева гороха [8]. Такие важные вопросы, как влияние полевой всхожести семян на густоту всходов, количество сохранившихся к уборке растений и плодоносящих стеблей, а также влияние густоты стояния растений перед уборкой на величину урожая зерна гороха в условиях Республики Башкортостан, практически не изучались. В связи с этим стояла задача восполнить данные проблемы в агротехнике этой культуры.

Цель исследования заключалась в изучении влияния разных норм высева на урожайность и определении оптимальных норм высева семян новых сортов гороха в условиях Республики Башкортостан. Были поставлены основные задачи:

- изучить процесс формирования урожая зерна гороха при разных нормах высева (0,8, 1,0, 1,2, 1,4 млн шт. всхожих семян на 1 га);
- исследовать влияние полевой всхожести семян гороха на густоту всходов, число сохранившихся к уборке растений и плодоносящих стеблей;
- оценить влияние густоты стояния растений перед уборкой на величину урожая зерна гороха.

Материал и методы исследования / Material and methods

Исследования проводились в 2017–2020 гг. на опытном поле Чишминского селекционного центра по растениеводству Башкирского НИИСХ УФИЦ РАН, расположенном в Предуральской степи Республики Башкортостан. Почва опытного участка представлена

карбонатным черноземом с $pH = 6,9–7,0$. Содержание гумуса в пахотном слое — 8,2%, кальция — 5,7%, общего азота — 0,4%, обменного и водорастворимого калия и окиси фосфора — соответственно, 42,0 мг и 23,6 мг на 100 г почвы.

Погодные условия в годы проведения исследования были различными по температурному режиму и влагообеспеченности, что характерно для климата Предуральской степной подзоны Республики Башкортостан. По сумме осадков и активных температур за вегетационный период благоприятными оказались 2017 г. (ГТК = 0,85) и 2020 г. (ГТК = 1,30), засушливыми — 2018 г. (ГТК = 0,52) и 2019 г. (ГТК = 0,67).

Объектом исследования послужили сорта гороха Чишминский 95, Чишминский 229, Памяти Хангильдина, Памяти Попова. Категория семян — ОС. Отбор проб проводили в соответствии с ГОСТ 12036-85¹, лабораторную всхожесть семян определяли по ГОСТ 12038-84², энергию прорастания — по ГОСТ 10968-88³, массу 1000 семян — по ГОСТ 12042-80⁴.

Опыты закладывались в шестикратной повторности. Предшественник — озимая пшеница. Учетная площадь делянки — 25 м². Способ высева — обычный рядовой. Нормы высева — 0,8, 1,0, 1,2, 1,4 млн шт. всхожих семян на 1 га. Посев проводили селекционной сеялкой СН-10Ц в начале мая. Глубина заделки семян — 7–8 см.

Агротехника на опытных посевах — общепринятая для Предуральской степной подзоны Республики Башкортостан. Оценка всходов, фенологические наблюдения, учет урожая семян гороха проводили по методике Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур⁵. Математическую обработку данных осуществляли методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову⁶.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Полевая всхожесть оказывает значительное влияние на формирование таких элементов структуры урожая, как густота всходов, количество сохранившихся к уборке растений и продуктивность стеблестоя. У гороха с повышением полевой всхожести увеличивается не только число взошедших растений, но и число сохранившихся к уборке растений и плодоносящих стеблей. Через эти показатели элементов структуры урожая полевая всхожесть оказывает свое влияние на урожайность данной культуры.

Полевую всхожесть семян принято выражать в процентах взошедших растений от числа высеванных семян. В исследованиях полевая всхожесть семян колебалась значительно сильнее лабораторной. При одной и той же лабораторной всхожести семян полевая всхожесть была различной и зависела от метеорологических условий, складывающихся в поле в межфазный период «посев — всходы». Поэтому прогнозировать величину этого показателя на основе данных о лабораторной всхожести крайне трудно. Так, в среднем за 2017–2020 гг. полевая всхожесть была ниже лабораторной (при норме высева 0,8, 1,0, 1,2, 1,4 млн шт. всхожих семян на 1 га) у сорта Чишминский 95, соответственно, на 3,1, 2,0, 3,0, 4,5%, у сорта Чишминский 229 — на 2,0, 2,4, 2,5, 2,6%,

¹ ГОСТ 12036-85 Межгосударственный стандарт. Семена сельскохозяйственных культур. Правила приемки и методы отбора проб.

² ГОСТ 12038-84 Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести.

³ ГОСТ 10968-88 Зерно. Методы определения энергии прорастания и способности прорастания.

⁴ ГОСТ 12042-80 Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения массы 1000 семян.

⁵ Федин М.А. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М.: Государственная комиссия по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур при Министерстве сельского хозяйства СССР. 1985; 269.

⁶ Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Агропромиздат. 1985; 356.

у сорта Памяти Хангильдина — на 3,2, 3,0, 3,8, 4,6%, у сорта Памяти Попова — на 1,9, 2,4, 2,8, 3,3%.

По нашим данным, в среднем за годы исследования энергия прорастания была ниже лабораторной всхожести семян у сорта Чишминский 95 на 4,1%, у сорта Чишминский 229 — на 4,6%, у сортов Памяти Хангильдина и Памяти Попова — на 4,3% (табл. 1).

В опытах снижения полевой всхожести семян с увеличением нормы высева от 0,8 до 1,0 млн шт. всхожих семян на 1 га практически не наблюдалось. Как видно из данных (табл. 1), в среднем за годы исследования полевая всхожесть у сорта Чишминский 95 при норме высева 0,8 млн шт. всхожих семян на 1 га составила 95%, при норме высева 1,0 млн шт. всхожих семян на 1 га — 96%, у сорта Чишминский 229 при норме высева 0,8 млн шт. всхожих семян на 1 га — 96,3%, при норме высева 1,0 млн шт. всхожих семян на 1 га — 96,0%, у сорта Памяти Хангильдина при норме высева 0,8 млн шт. всхожих семян на 1 га — 95,0%, при норме высева 1,0 млн шт. всхожих семян на 1 га — 95,0%, у сорта Памяти Попова при норме высева 0,8 млн шт. всхожих семян на 1 га — 96,3%, при норме высева 1,0 млн шт. всхожих семян на 1 га — 96,0%. Некоторое снижение полевой всхожести семян при увеличении нормы высева свыше 1,2 млн шт. всхожих семян на 1 га объясняется, по-видимому, взаимным угнетением растений из-за недостатка влаги. Так, в наших опытах полевая всхожесть семян при норме высева 1,4 млн шт. всхожих семян на 1 га у сорта Чишминский 95 составила 93,6%, у сорта Чишминский 229 — 95,7%, у сорта Памяти Хангильдина — 93,6%, у сорта Памяти Попова — 95,0%. Таким образом, норма высева семян гороха на полноту всходов практически не влияла. Полевая всхожесть семян зависела от агротехнических, почвенных и погодных условий. Также на данный показатель оказывало влияние качество семенного материала: кондиционность по всхожести, энергия прорастания, крупность, выравненность семян, степень травмированности, пораженность болезнями и вредителями.

Таблица 1. Лабораторная и полевая всхожесть семян гороха (в среднем за 2017–2020 гг.)

Table 1. Laboratory and field germination of pea seeds (on average for 2017–2020)

Сорт	Годы	Норма высева, млн шт. всхожих семян на 1 га	Энергия прорастания, %	Лабораторная всхожесть семян, %	Полевая всхожесть семян, %
Чишминский 95	2017–2020	0,8	94,1	98,1	95,0
	2017–2020	1,0	94,4	98,0	96,0
	2017–2020	1,2	94,0	98,0	95,0
	2017–2020	1,4	93,5	98,1	93,6
	в среднем	–	94,0	98,1	94,9
Чишминский 229	2017–2020	0,8	94,7	98,3	96,3
	2017–2020	1,0	93,8	98,4	96,0
	2017–2020	1,2	93,4	98,3	95,8
	2017–2020	1,4	92,8	98,3	95,7
	в среднем	–	93,7	98,3	96,0
Памяти Хангильдина	2017–2020	0,8	94,8	98,2	95,0
	2017–2020	1,0	93,8	98,0	95,0
	2017–2020	1,2	93,6	98,0	94,2
	2017–2020	1,4	93,0	98,2	93,6
	в среднем	–	93,8	98,1	94,5
Памяти Попова	2017–2020	0,8	94,7	98,2	96,3
	2017–2020	1,0	94,3	98,4	96,0
	2017–2020	1,2	94,1	98,6	95,8
	2017–2020	1,4	93,3	98,3	95,0
	в среднем	–	94,1	98,4	95,8

Не все взошедшие растения доживают до созревания семян, часть из них погибают из-за неблагоприятных погодных условий, поражения болезнями и вредителями. Выпадение растений в период вегетации — достаточно распространенное явление. Их выживаемость зависит от полевой всхожести семян и сохранности растений в течение вегетационного периода. Показатели выживаемости растений гороха приведены в таблице 2.

Таблица 2. Урожайность зерна, густота стояния растений и их выживаемость (в среднем за 2017–2020 гг.)

Table 2. Grain yield, plant standing density and their survival rate (on average for 2017–2020)

Сорт	Норма высева, млн шт. всхожих семян на 1 га	Количество, шт/м ²		Выживаемость растений, %	Урожайность, ц/га	Разница, ± ц/га
		всходов	сохранившихся к уборке растений			
Чишминский 95	0,8	76	70	92,1	17,7	–
	1,0	96	88	91,7	20,5	+2,8
	1,2	114	103	90,4	21,1	+3,4
	1,4	131	113	86,3	20,1	+2,4
НСР ₀₅	–	–	–	–	–	1,4
Чишминский 229	0,8	77	71	92,2	18,4	–
	1,0	96	87	90,6	21,0	+2,6
	1,2	115	104	90,4	21,6	+3,2
	1,4	134	118	88,1	20,7	+2,3
НСР ₀₅	–	–	–	–	–	1,6
Памяти Хангильдина	0,8	76	71	93,4	17,5	–
	1,0	95	87	91,6	19,8	+2,3
	1,2	113	102	90,3	20,6	+3,1
	1,4	131	115	87,8	20,2	+2,7
НСР ₀₅	–	–	–	–	–	1,3
Памяти Попова	0,8	77	71	92,2	18,9	–
	1,0	96	88	91,7	22,0	+3,1
	1,2	115	105	91,3	23,0	+4,1
	1,4	133	119	88,8	22,2	+3,3
НСР ₀₅	–	–	–	–	–	1,7

Таблица 3. Влияние норм высева семян на элементы структуры урожая гороха (в среднем за 2017–2020 гг.), $n = 25$, $M \pm m$
 Table 3. The influence of seeding rates on the elements of pea yield structure (on average for 2017–2020), $n = 25$, $M \pm m$

Сорт	Норма высева, млн шт. всхожих семян на 1 га	Высота растения, см	Число бобов на растении, шт.	Число семян в бобе, шт.	Масса 1000 семян, г	Количество сорняков перед прополкой, шт/м ²
Чишминский 95	0,8	72,25 $\pm$ 1,91	4,03 $\pm$ 0,28	3,76 $\pm$ 0,25	215,6 $\pm$ 9,5	133,3 $\pm$ 6,5
	1,0	70,14 $\pm$ 1,91	3,61 $\pm$ 0,28	3,53 $\pm$ 0,22	207,2 $\pm$ 7,9	130,8 $\pm$ 5,9
	1,2	67,33 $\pm$ 1,82	3,55 $\pm$ 0,26	3,50 $\pm$ 0,20	207,5 $\pm$ 8,1	124,6 $\pm$ 5,0
	1,4	63,27 $\pm$ 1,78	2,64 $\pm$ 0,17	3,22 $\pm$ 0,20	205,7 $\pm$ 7,1	106,2 $\pm$ 4,8
Чишминский 229	0,8	77,00 $\pm$ 1,93	4,22 $\pm$ 0,25	3,54 $\pm$ 0,19	227,4 $\pm$ 11,6	135,0 $\pm$ 6,3
	1,0	75,42 $\pm$ 1,92	3,70 $\pm$ 0,26	3,38 $\pm$ 0,20	224,3 $\pm$ 10,2	127,5 $\pm$ 5,7
	1,2	71,27 $\pm$ 1,92	3,73 $\pm$ 0,22	3,25 $\pm$ 0,18	224,8 $\pm$ 9,8	120,1 $\pm$ 5,2
	1,4	68,13 $\pm$ 1,85	2,96 $\pm$ 0,18	3,11 $\pm$ 0,18	218,1 $\pm$ 10,1	102,8 $\pm$ 4,6
Памяти Хангильдина	0,8	71,05 $\pm$ 1,92	4,01 $\pm$ 0,22	3,90 $\pm$ 0,23	226,5 $\pm$ 11,1	140,6 $\pm$ 7,0
	1,0	70,36 $\pm$ 1,90	3,83 $\pm$ 0,23	3,81 $\pm$ 0,24	219,9 $\pm$ 10,6	133,3 $\pm$ 6,3
	1,2	66,58 $\pm$ 1,75	3,55 $\pm$ 0,19	3,72 $\pm$ 0,20	216,3 $\pm$ 8,7	128,4 $\pm$ 5,1
	1,4	63,23 $\pm$ 1,75	2,54 $\pm$ 0,15	3,51 $\pm$ 0,19	212,0 $\pm$ 9,5	110,7 $\pm$ 4,9
Памяти Попова	0,8	72,14 $\pm$ 1,92	4,17 $\pm$ 0,23	4,52 $\pm$ 0,29	206,6 $\pm$ 7,2	137,5 $\pm$ 6,7
	1,0	70,51 $\pm$ 1,90	3,82 $\pm$ 0,22	4,40 $\pm$ 0,29	198,5 $\pm$ 8,1	130,0 $\pm$ 5,8
	1,2	66,00 $\pm$ 1,82	3,70 $\pm$ 0,23	4,43 $\pm$ 0,30	198,2 $\pm$ 7,9	125,2 $\pm$ 5,3
	1,4	64,61 $\pm$ 1,80	2,81 $\pm$ 0,19	4,25 $\pm$ 0,25	194,7 $\pm$ 7,7	107,1 $\pm$ 4,7

Как видно из данных, с увеличением густоты посева возрастал процент выпадения растений, а с уменьшением — отмечались более высокие показатели выживаемости растений. В среднем за 2017–2020 гг. гибель всходов у сорта Чишминский 95 при норме высева 0,8 млн шт. всхожих семян на 1 га составила 2,9%, при норме высева 1,0, 1,2, 1,4 млн шт. всхожих семян на 1 га — соответственно, 4,3, 4,6, 7,3%, у сорта Чишминский 229 при норме высева 0,8 млн шт. всхожих семян на 1 га — 4,1%, при норме высева 1,0, 1,2, 1,4 млн шт. всхожих семян на 1 га — соответственно, 5,4, 5,4, 7,6%, у сорта Памяти Хангильдина при норме высева 0,8 млн шт. всхожих семян на 1 га — 1,6%, при норме высева 1,0, 1,2, 1,4 млн шт. всхожих семян на 1 га — соответственно, 3,4, 3,9, 5,8%, у сорта Памяти Попова при норме высева 0,8 млн шт. всхожих семян на 1 га — 4,1%, при норме высева 1,0, 1,2, 1,4 млн шт. всхожих семян на 1 га — соответственно, 4,3, 4,5, 6,2%.

В среднем за 2017–2020 гг. выживаемость растений была высокой и в зависимости от нормы высева составила от 86,3 до 92,1% у сорта Чишминский 95, от 88,1 до 92,2% у сорта Чишминский 229, от 87,8 до 93,4% у сорта Памяти Хангильдина, от 88,8 до 92,2% у сорта Памяти Попова. Наиболее высокая выживаемость у гороха была отмечена в благоприятные для роста и развития 2017 г. и 2020 г. Некоторое снижение выживаемости растений при увеличении нормы высева свыше 1,2 млн шт. всхожих семян на 1 га, особенно в засушливый 2019 г., вероятно, было связано с их взаимным угнетением (конкуренцией) из-за недостатка элементов питания и дефицита влаги.

Таким образом, исследование показало, что на полевою всхожесть и выживаемость растений гороха большое влияние оказывают температурный режим и количество осадков в предпосевной период, а также в периоды от посева до всходов и от всходов до созревания. Резкое отклонение погодных условий от нормы в это время негативно влияет на полевою всхожесть семян и выживаемость растений гороха.

Густота стояния растений определяется числом взшедших и сохранившихся к уборке растений. В опытах густота стояния растений гороха перед уборкой и их выживаемость находились в положительной связи с урожайностью зерна ($r = 0,853$). Увеличение числа сохранившихся к уборке растений и повышение их

выживаемости у всех изученных нами сортов сопровождалось повышением урожайности (табл. 2).

Из данных видно, что разные условия влагообеспеченности, освещенности и питания растений гороха, обусловленные различными нормами высева семян, оказали значительное влияние на урожайность. Наибольшая прибавка урожая зерна была получена при норме высева 1,2 млн шт. всхожих семян на 1 га и составила, соответственно, 0,34, 0,32 т/га у листовых сортов Чишминский 95, Чишминский 229 и 0,31, 0,41 т/га — у усатых сортов Памяти Хангильдина, Памяти Попова. Изменение нормы высева семян влияло на урожайность зерна у всех изученных нами сортов гороха. Установлено, что при повышении нормы высева с 0,8 до 1,2 млн шт. всхожих семян на 1 га их урожайность возрастает. Дальнейшее увеличение нормы высева до 1,4 млн шт. всхожих семян на 1 га приводит к некоторому снижению урожая зерна: у сорта Чишминский 95 — на 0,1 т/га, Чишминский 229 — на 0,09 т/га, Памяти Хангильдина — 0,04 т/га, Памяти Попова — 0,08 т/га по сравнению с нормой высева 1,2 млн шт. всхожих семян на 1 га.

Фенологические наблюдения и полевые оценки показали, что при повышенных нормах высева семян гороха их созревание происходит дружнее и равномернее, чем на посевах с нормами высева 0,8, 1,0 млн шт. всхожих семян на 1 га. Это объясняется тем, что на посевах с пониженными нормами высева количество мелких семян увеличивается за счет большего числа бобов в верхних ярусах. Анализ структуры урожая показал, что при повышении нормы высева с 0,8 до 1,4 млн шт. всхожих семян на 1 га у сортов Чишминский 95, Чишминский 229, Памяти Хангильдина и Памяти Попова произошло уменьшение числа бобов на растении с $4,03 \pm 0,28$ до $2,64 \pm 0,17$, с $4,22 \pm 0,25$ до $2,96 \pm 0,18$, с $4,01 \pm 0,22$ до $2,54 \pm 0,15$, с $4,17 \pm 0,23$ до $2,81 \pm 0,19$ шт. соответственно, числа семян в бобе — с $3,76 \pm 0,25$ до $3,22 \pm 0,20$, с $3,54 \pm 0,19$ до $3,11 \pm 0,18$, с $3,90 \pm 0,23$ до $3,51 \pm 0,19$, с $4,52 \pm 0,29$ до $4,25 \pm 0,25$ шт. соответственно, массы 1000 семян — с $215,6 \pm 9,5$ до $205,7 \pm 7,1$, с $227,4 \pm 11,6$ до $218,1 \pm 10,1$, с $226,5 \pm 11,1$ до $212,0 \pm 9,5$, с $206,6 \pm 7,2$ до $194,7 \pm 7,7$ г соответственно (табл. 3).

Установлено, что снижение продуктивности растений при повышенных нормах высева семян компенсировалось увеличением числа растений на единицу

площади, в результате чего урожайность повышалась. Увеличение нормы высева до 1,4 млн шт. всхожих семян на 1 га привело к некоторому снижению урожая зерна из-за уменьшения продуктивности отдельных растений гороха.

По нашим наблюдениям, более загущенные посевы гороха значительно лучше подавляли сорняки. Так, в среднем за 2017–2020 гг. в посевах сорта Чишминский 95 при норме высева 0,8 млн шт. всхожих семян на 1 га количество сорняков составило $133,3 \pm 6,5$ шт/м², при норме высева 1,0, 1,2, 1,4 млн шт. всхожих семян на 1 га — $130,8 \pm 5,9$, $124,6 \pm 5,0$, $106,2 \pm 4,8$ шт/м² соответственно, в посевах сорта Чишминский 229 при норме высева 0,8 млн шт. всхожих семян на 1 га — $135,0 \pm 6,3$ шт/м², при норме высева 1,0, 1,2, 1,4 млн шт. всхожих семян на 1 га — $127,5 \pm 5,7$, $120,1 \pm 5,2$, $102,8 \pm 4,6$ шт/м² соответственно, в посевах сорта Памяти Хангильдина при норме высева 0,8 млн шт. всхожих семян на 1 га — $140,6 \pm 7,0$ шт/м², при норме высева 1,0, 1,2, 1,4 млн шт. всхожих семян на 1 га — $133,3 \pm 6,3$, $128,4 \pm 5,1$, $110,7 \pm 4,9$ шт/м² соответственно, в посевах сорта Памяти Попова при норме высева 0,8 млн шт. всхожих семян на 1 га — $137,5 \pm 6,7$ шт/м², при норме высева 1,0, 1,2, 1,4 млн шт. всхожих семян на 1 га — $130,0 \pm 5,8$, $125,2 \pm 5,3$, $107,1 \pm 4,7$ шт/м² соответственно (табл. 3). Однако следует отметить, что при сильной засоренности почвы большое количество сорняков развивается при любой густоте посева. Поэтому основными способами борьбы с сорняками в посевах гороха являются боронование (довсходовое, послевсходовое) и применение гербицидов. Проведенные опыты и наблюдения подтвердили, что оптимальное сочетание густоты стояния растений и их озерненности отмечается при норме высева 1,2 млн шт. всхожих семян на 1 га. На таких посевах все изученные нами сорта гороха характеризовались наибольшей урожайностью зерна.

Выводы / Conclusion

Установлено, что полевая всхожесть семян оказывала значительное влияние на полноту всходов, число сохранившихся к уборке растений и продуктивность стеблестоя, а через них и на величину урожая. Полевая всхожесть семян зависела от комплекса климатических, агротехнических и почвенных условий. Чем больше эти условия соответствовали потребностям прорастающих семян, тем выше была их полевая всхожесть, причем наиболее важную роль играл уровень агротехники. Так, соблюдение рекомендованных агротехнических приемов — основное условие повышения полевой всхожести семян. Определение оптимальных норм высева семян должно производиться только с учетом их лабораторной всхожести. Так, в большинстве случаев семена с высокой лабораторной всхожестью показывали более высокую полевую всхожесть.

Густота стояния растений перед уборкой определяется числом всходов и их выживаемостью. По результатам исследований при увеличении каждого из этих показателей число растений перед уборкой возрастало. Число сохранившихся растений перед уборкой оказывало значительное влияние на величину урожая. Высокие и стабильные урожаи зерна гороха формирует при ранних сроках посева (в конце апреля — начале мая) с нормой высева 1,2 млн шт. всхожих семян на 1 га, что обусловлено снижением засоренности посевов на 8,1–1,1% по сравнению с минимальной нормой высева, лучшим сочетанием массы семян с одного растения и числа растений на единицу площади. Увеличение нормы высева до 1,4 млн шт. всхожих семян на 1 га в условиях Республики Башкортостан приводило к снижению продуктивности гороха на 0,4–1,0 ц/га по сравнению с нормой высева 1,2 млн шт. всхожих семян на 1 га.

Все авторы несут ответственность за свою работу и представленные данные.

Все авторы внесли равный вклад в эту научную работу. Авторы в равной степени участвовали в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

All authors bear responsibility for the work and presented data.

All authors have made an equal contribution to this scientific work. The authors were equally involved in writing the manuscript and bear the equal responsibility for plagiarism. The authors declare no conflict of interest.

ФИНАНСИРОВАНИЕ:

Материалы подготовлены при поддержке гранта АН РБ № 22-14-20049 (соглашение от 06.06.2022 № 1) «Поиск ДНК-маркеров для селекции гороха на высокое содержание протеина в семенах и разработка тест-системы для идентификации высокобелковых генотипов»

FUNDING:

The materials were prepared with the support of the grant AN RB No. 22-14-20049 (agreement dated 06.06.2022 No. 1) Search for DNA markers for pea breeding for high protein content in seeds and development of a test system for identification of high protein genotypes

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бельшклина М.Е. Проблема производства растительного белка и роль зерновых бобовых культур в ее решении. *Природообустройство*. 2018; (2): 65–73. <https://doi.org/10.26897/1997-6011/2018-2-65-73>
2. Хабибуллин К.Н., Ашиев А.Р., Скулова М.В. Оценка адаптивности продуктивности растений коллекции гороха посевного. *Зерновое хозяйство России*. 2020; (1): 33–36. <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2020-67-1-33-36>
3. Давлетов Ф.А., Гайнуллина К.П., Магафурова Ф.Ф. Сравнительное изучение хозяйственно-биологических признаков у сортов гороха, созданных в Республике Башкортостан за последние 30 лет. *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2020; (4): 72–77. <https://doi.org/10.37670/2073-0853-2020-84-4-72-77>

REFERENCES

1. Belyshkina M.E. Problem of production of vegetable protein b and role of grain legumes in its decision. *Environmental Engineering*. 2018; (2): 65–73. (In Russian) <https://doi.org/10.26897/1997-6011/2018-2-65-73>
2. Khabibullin K.N., Ashiev A.R., Skulova M.V. The estimation of the adaptability of collection pea plants productivity. *Grain Economy of Russia*. 2020; (1): 33–36. (In Russian) <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2020-67-1-33-36>
3. Davletov F.A., Gainullina K.P., Magafurova F.F. A comparative study of economic and biological characters of pea varieties developed in the Republic of Bashkortostan over the past 30 years. *Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2020; (4): 72–77. (In Russian) <https://doi.org/10.37670/2073-0853-2020-84-4-72-77>

4. Гайнуллина К.П., Кулуев Б.Р., Давлетов Ф.А. Оценка генетического разнообразия сортов и линий гороха с помощью SSR-анализа. *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 2020; 181(3): 70–80. <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2020-3-70-80>

5. Целуйко О.А., Парамонов А.В. Влияние длительного применения удобрений на урожайность гороха. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2019; (4): 46–51. <https://doi.org/10.24411/2309-348X-2019-11131>

6. Воскобулова Н.И., Верещагина А.С., Ураскулов Р.Ш. Влияние сроков посева гороха на использование продуктивной влаги. *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2020; (2): 72–75. <https://doi.org/10.37670/2073-0853-2020-82-2-72-75>

7. Вошедский Н.Н., Кулыгин В.А. Влияние элементов технологии возделывания на урожайность новых сортов гороха в богарных условиях Ростовской области. *Достижения науки и техники АПК*. 2021; 35(8): 14–19. https://doi.org/10.53859/02352451_2021_35_8_14

8. Филатова И.А. Продуктивность гороха и элементы структуры урожая в зависимости от норм высева. *Земледелие*. 2019; (2): 36–38. <https://doi.org/10.24411/0044-3913-2019-10210>

9. Шурхаева К.Д., Фадеева А.Н., Хуснутдинова А.Т., Абросимова Т.Н. Влияние густоты посева на формирование продуктивности сортов гороха в зависимости от типа боба. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2022; (3): 12–19. <https://doi.org/10.24412/2309-348X-2022-3-12-19>

10. Хакимов Р.А., Шакирзянова М.С. Совершенствование сортовой агротехнологии гороха Ульяновец в условиях лесостепи Поволжья. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2020; (1): 30–35. <https://doi.org/10.24411/2309-348X-2020-11151>

4. Gainullina K.P., Kuluev B.R., Davletov F.A. Genetic diversity assessment in pea cultivars and lines using the SSR analysis. *Proceedings on applied botany, genetics and breeding*. 2020; 181(3): 70–80. (In Russian) <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2020-3-70-80>

5. Tseluiko O.A., Paramonov A.V. Effect of long-term use fertilizers on pea yield. *Legumes and groat crops*. 2019; (4): 46–51. (In Russian) <https://doi.org/10.24411/2309-348X-2019-11131>

6. Voskobulova N.I., Vereshchagina A.S., Uraskulov R.S. The influence of pea sowing time on productive moisture utilization. *Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2020; (2): 72–75. (In Russian) <https://doi.org/10.37670/2073-0853-2020-82-2-72-75>

7. Voshedsky N.N., Kulygin V.A. Influence of cultivation technology elements on the yield of new pea varieties under dryland conditions of the Rostov region. *Achievements of Science and Technology of AIC*. 2021; 35(8): 14–19. (In Russian) https://doi.org/10.53859/02352451_2021_35_8_14

8. Filatova I.A. Productivity of pea and elements of a crop structure depending on seeding rates. *Zemledelie*. 2019; (2): 36–38. (In Russian) <https://doi.org/10.24411/0044-3913-2019-10210>

9. Shurkhaeva K.D., Fadeeva A.N., Khusnutdinova A.T., Abrosimova T.N. The influence of sowing density on the formation of productivity of pea varieties depending on the type of bean. *Legumes and groat crops*. 2022; (3): 12–19. (In Russian) <https://doi.org/10.24412/2309-348X-2022-3-12-19>

10. Khakimov R.A., Shakirzyanova M.S. Improvement of varietal agrotechnology of pea Ulyanovets in the conditions of forest-steppe of the Volga region. *Legumes and groat crops*. 2020; (1): 30–35. (In Russian) <https://doi.org/10.24411/2309-348X-2020-11151>

ОБ АВТОРАХ:

Фирзинат Аглыамович Давлетов,

кандидат сельскохозяйственных наук,
Башкирский научно-исследовательский институт сельского хозяйства — обособленное структурное подразделение Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук,
ул. Рихарда Зорге, 19, Уфа, 450059, Россия
davletovfa@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-7421-869X>

Карина Петровна Гайнуллина,

кандидат сельскохозяйственных наук:
• Институт биохимии и генетики — обособленное структурное подразделение Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук,
пр-т Октября, 71/1Е, Уфа, 450054, Россия;
• Опытная станция «Уфимская» — обособленное структурное подразделение Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук,
ул. Тополиная, 1, с. Черноресовский, Уфимский район, Республика Башкортостан, 450535, Россия
karina28021985@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0001-6246-1214>

ABOUT THE AUTHORS:

Firzinat Aglyamovich Davletov,

candidate of agricultural sciences,
Bashkir Research Institute of Agriculture is a separate structural subdivision of the Ufa Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences,
19 Rihard Zorge str., Ufa, 450059, Russia
davletovfa@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-7421-869X>

Karina Petrovna Gainullina,

candidate of agricultural sciences:
• The Institute of Biochemistry and Genetics is a separate structural subdivision of the Ufa Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences,
71/1E prospekt Oktyabrya, Ufa, 450054, Ufa, Russia;
• Experimental Station «Ufimskaya» — a separate structural subdivision of the Ufa Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences,
1 Topolinaya str., Chernolesovskiy vil., Ufimskiy district, Republic of Bashkortostan, 450535, Russia
karina28021985@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0001-6246-1214>